Н. В. ГАФУРОВА, С. И. ОСИПОВА, О. Ю. ШУБКИНА

Интеграция идей устойчивого развития и всемирной инициативы CDIO в подготовке инженеров будущего

Введение. Анализ разных подходов решения проблемы повышения качества инженерного образования позволил выделить значимый, с точки зрения авторов статьи, подход, построенный на использовании идей Всемирной инициативы CDIO и идей устойчивого развития. Целью данного исследования является обоснование возможности повышения качества инженерного образования в соответствии с международными требованиями адекватно вызовам современности с использованием названных подходов в их интегративном единстве, обеспечивающей ценностно-смысловой и профессионально-технологической компоненты подготовки инженера будущего.

Материалы и методы. Материалами исследования явились: ФГОС ВО направления «Металлургия» и учебный план этого направления подготовки, стандарты CDIO и Syllabus 1.0, нормативно-правовые документы, относящиеся к проблемам устойчивого развития и образования для устойчивого развития, монографии, научные статьи. Исследование опиралось на методологию: системного, компетентностного, деятельностного подходов.

Результаты исследования. Обоснована необходимость и целесообразность интеграции идей устойчивого развития и Всемирной инициативы CDIO в контексте повышения качества инженерного образования в обеспечении и целостности личностного и профессионального развития инженера будущего. Приведены продуктивные практики использования такого подхода в образовательном процессе подготовки по направлению «Металлургия» в Сибирском федеральном университете, базирующиеся на интеграции принципов устойчивого развития с конкретными идеями и стандартами Всемирной инициативы CDIO.

Обсуждение и заключения. Сравнительно-сопоставительный анализ идей и стандартов Всемирной инициативы CDIO и концепции образования для устойчивого развития позволил сделать вывод не только об их семантическом единстве, но и о возможности обогащения профессиональной подготовки инженера будущего при их совместном использовании в интегративном единстве.

Ключевые слова: устойчивое развитие, всемирная инициатива CDIO, деятельностный подход, системный подход, интеграция, качество инженерного образования

Ссылка для цитирования:

Гафурова Н. В., Осипова С. И., Шубкина О. Ю. Интеграция идей устойчивого развития и всемирной инициативы CDIO в подготовке инженеров будущего // Перспективы науки и образования. 2020. № 2 (44). С. 69-82. doi: 10.32744/pse.2020.2.6

N. V. GAFUROVA, S. I. OSIPOVA, O. YU. SHUBKINA

Integration of sustainable development ideas and the CDIO worldwide initiative in the training of future engineers

Introduction. The analysis of different approaches to solving the problem of improving the quality of engineering education made it possible for the authors to identify a significant approach, based on the ideas of the Worldwide CDIO Initiative and the ideas of sustainable development. The purpose of this study is to substantiate the possibility of improving the quality of engineering education in accordance with international requirements and modern challenges using the mentioned approaches in their integrative unity, providing value-semantic and professional-technological components in training future engineers.

Materials and methods. The research materials were: Federal State Educational Standards of Higher Education in Metallurgy and its curriculum, CDIO Standards and Syllabus 1.0, normative legal documents related to sustainable development and education for sustainable development, monographs, and scientific papers. The study was based on the methodology of systemic, competency-based, activity approaches.

Results. The necessity and feasibility of integrating the ideas of sustainable development and the Worldwide CDIO Initiative in the context of improving the quality of engineering education are substantiated. The paper presents the efficient educational technologies and activities based on the integration in the process of implementation of Metallurgy programme at the Siberian Federal University.

Discussion and Conclusions. A comparative analysis of the ideas and Standards of the Worldwide CDIO Initiative and the concept of education for sustainable development proved their semantic and integrative unity as well as the possibility of enriching the vocational training of the future engineer.

Key words: sustainable development, Worldwide CDIO Initiative, activity approach, system approach, integration, quality of engineering education.

For Reference:

Gafurova, N. V., Osipova, S. I. & Shubkina, O. Yu. (2020). Integration of sustainable development ideas and the CDIO worldwide initiative in the training of future engineers. *Perspektivy nauki i obrazovaniya – Perspectives of Science and Education*, 44 (2), 69-82. doi: 10.32744/pse.2020.2.6

Введение

Развитие инновационной экономики России, обеспечение конкурентоспособности государства на международном пространстве в большей степени связано с качеством отечественного инженерного образования [30]. Поиск путей и механизмов разрешения проблемы кризисного состояния инженерного образования в соответствии с лучшими отечественными практиками и требованиями международных стандартов является актуальной проблемой педагогической науки и образовательной практики.

Стратегическая значимость проблемы повышения качества инженерного образования проявляется в создании международными сообществами профессионального инженерного образования национальных систем сертификации [5; 22; 27].

Общественно-профессиональную аккредитацию образовательных программ в международном сообществе осуществляют ряд советов и институтов: Аккредитационный совет в области техники и технологии (ABET); Канадский Инженерный Аккредитационный Совет (CEAB); Инженерный Совет Великобритании (EUK); Японский Совет по аккредитации инженерного образования (JABEE); Институт инженеров Австралии (IEAust); Институт инженеров Ирландии (IEI); Институт инженеров Гонконга (HKIE); Институт инженеров Малайзии (IEM); Институт профессиональных инженеров Новой Зеландии (IPENZ) [19; 20; 21].

Сравнительно-сопоставительный анализ требований к профессиональной подготовки инженера показывает, что системы оценки качества инженерного образования в основе своей сопоставимы. Здесь следует заметить, что знания и умения по определению компетенции входят в её структуру, а сама компетентность формируется в терминах «способность» и «готовность» к продуктивной деятельности в определенной сфере.

Анализ перечня компетенций для инженера-технолога, представленного в документе «Профили профессиональной компетенции» в Версии 3:21 июня 2013 г. Международным инженерным альянсом, позволяет классифицировать их по группам.

В рамках рассматриваемой проблемы значимой является ориентация деятельности инженера-технолога на стратегию устойчивого развития:

ТС6: учитывать предсказуемые последствия прикладной деятельности для общества, культуры и окружающей среды в целом, внимательное отношение к необходимости разумного использования ресурсов;

ТС7: следовать всем правовым и нормативным требованиям и обеспечивать защиту здоровья общества и безопасности в ходе ведения деятельности;

ТС13: ответственность за принятие решения в частности или во всей получившей широкое определение деятельности.

Среди компетенции профессиональной деятельности особое значение имеет компетенция:

ТС4: оценка результатов и последствий в прикладной деятельности;

ТС9: управление частью или всем комплексом прикладной деятельности;

ТС12: выбор подходящих технологий для решения проблем. Тренировка здравого смысла в ходе комплексной деятельности.

Поиск направлений и условий повышения качества инженерного образования актуализировал создание разных организационно-педагогических структур, ориентированных на выполнение этой задачи [18].

Интеграция и сотрудничество между учителями, учеными, студентами и представителями промышленности представляется стратегией развития европейского общества по инженерному образованию SEFI. Функцию консультирования по проблемам преподавания в контексте повышения качества инженерного образования реализуют американское общество инженерного образования ASEE; международная федерация обществ по инженерному образованию IFEEES (рассматривает проблему адаптации лучших практик инженерного образования к разным культурным традициям); международная ассоциация непрерывного инженерного образования IACEE (популяризация непрерывного инженерного образования для развивающихся стран мира; способствует сотрудничеству образования и промышленности, в том числе через обсуждение проблем инженерного образования в рамках международных конференций); Национальный мониторинговый комитет международного общества по инженерной педагогике IQIP (консультирует преподавателей технических вузов, не имеющих в подавляющем большинстве педагогического образования).

Признавая бесспорную значимость всех организаций международного уровня, ориентирующих свою деятельность на повышение качества инженерного образования, отметим еще одно направление повышения качества инженерного образования – Всемирную инициативу CDIO [19].

Эта идеология ценна системным подходом ко всем компонентам образовательного процесса, которые «стягиваются» под системообразующую функцию её цели: формирование инженера, способного к осуществлению полного технологического цикла изготовления изделия, объекта, процесса. Системность международной инициативы требует в своей реализации соответственно системных изменений традиционного инженерного образования.

Требования к подготовке современного инженера предполагают совместное развитие личности будущего инженера и его профессионализма. Анализ разных подходов решения проблемы позволил выделить значимый, с точки зрения авторов этой статьи, подход, построенный на использовании идей Всемирной инициативы CDIO и идей устойчивого развития.

Целью данного исследования является обоснование возможности повышения качества инженерного образования в соответствии с международными требованиями адекватно вызовам современности с использованием названных подходов в их интегративном единстве, обеспечивающей ценностно-смысловой и профессионально-технологической компоненты подготовки инженера будущего.

Актуальность статьи обусловлена необходимостью теоретического обоснования продуктивности системного подхода в рамках повышения качества инженерного образования при использовании идей Всемирной инициативы CDIO и устойчивого развития в их интегративном единстве, позволяющем формировать ценностно-смысловые, нравственно-моральные ориентиры деятельности будущего инженера одновременно с его профессионально-технологическими компетентностями.

Приведенные в статье позитивные практики реализации интеграции в рамках направления подготовки «Металлургия» в Сибирском федеральном университете могут быть использованы для других направлений подготовки, что показывает практическую значимость исследования.

Научная новизна исследования состоит в постановке и обосновании решения проблемы интеграции двух конструктивных идей для обеспечения повышения качества образования посредством целостного развития будущего инженера в его профессионально-технологическом, ценностно-смысловом и нравственно-моральном аспектах.

Материалы и методы

Материалами для данного исследования явились: ФГОС ВО направления «Металлургия» и учебный план этого направления подготовки, стандарты CDIO и Syllabus 1.0, нормативно-правовые документы, относящиеся к проблемам устойчивого развития и образования для устойчивого развития, монографии, научные статьи.

Исследование опиралось на методологию:

- системного подхода, позволяющего представить результатом образования инженера будущего в системном единстве его личностных и профессиональных компонент;
- компетентностного подхода, определяющего результат образования в виде сформированности кластера компетентностей выпускника в соответствии с требованиями ФГОС ВО и международных аккредитационных организаций;
- деятельностного подхода, постулирующего приоритет использования активных технологий в процессе подготовки инженера будущего в образовательном процессе вуза.

Достижение цели исследования потребовало решения следующих задач:

1. Провести анализ степени разработанности проблемы с целью выделения дефицита научных знаний относительно проблемы интеграции идей устойчивого развития и Всемирной инициативы CDIO, формулирования проблемы и цели исследования.

Для решения этой исследовательской задачи использован метод анализа научных работ отечественных и зарубежных исследователей, сравнительно-сопоставительный метод, контент-анализ.

2. Раскрыть интеграцию принципов образования для устойчивого развития (ОУР) с конкретными идеями и стандартами Всемирной инициативы CDIO.

Для решения этой исследовательской задачи использован метод сравнительно-сопоставительного анализа, а также базовые интеллектуальные операции анализ, синтез, классификация, обобщение.

3. Систематизировать содержательно-целевую согласованность принципов ОУР, CDIO, ФГОС ВО на примере принципа образования для устойчивого развития (развитие системного, критического и творческого мышления).

Для решения этой задачи использовались метода аналитико-синтетической деятельности, материалами которой являлись принципы ОУР; компетентности, определенные ФГОС ВО, стандарты CDIO и Syllabus 1.0, учебный план подготовки будущих инженеров направления «Металлургия».

4. Сформулировать обобщенные принципы интеграции идей образования для устойчивого развития и CDIO как синтез отдельно представленных в этих идеях принципов для практического использования в образовательном процессе по подготовке инженеров по направлению «Металлургия» в сибирском федеральном университете.

Для решения этой исследовательской задачи применялся метод сравнительно-сопоставительного анализа и обобщения.

Результаты исследования

Для обоснования возможности и целесообразности интеграции идей Всемирной инициативы CDIO и идей устойчивого развития представили их основные характеристики.

Предложена, обоснована и доказана в практике образования научная идея в повышении о повышении качества инженерного образования адекватно вызовам современности посредством интеграции идей устойчивого развития и Всемирной инициативы CDIO в подготовке инженеров будущего, реализация которых в их интегральном единстве обеспечивает ценностно-смысловой, профессионально-технологический и нравственно-моральный компоненты личности инженера будущего.

На основе анализа «Стратегии Европейской экономической комиссии ООН для образования в интересах устойчивого развития» выделены принципы значимые для повышения качества инженерного образования:

применение целостного, комплексного и междисциплинарного подходов;

- развитие системного, критического и творческого мышления у обучающихся всех уровней;
- инициирование развития культуры взаимодействия, взаимоуважения и толерантности;
- использование инновационных технологий и методов активного социально-профессионального обучения;
- многостороннее сотрудничество и партнерство в сфере ОУР.

Раскрыта интеграция этих принципов с конкретными идеями и стандартами Всемирной инициативы CDIO и требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

Представлена содержательно-целевая согласованность принципа ОУР, CDIO и ФГОС ВО на примере принципа ОУР, состоящего в развитии системного, критического и творческого мышления обучающихся – будущих инженеров.

Несмотря на то, что интеграция идей Всемирной инициативы CDIO и идей устойчивого развития, обеспечивающая в их интегральном единстве ценностно-смысловой и профессионально-технологический компоненты подготовки инженера будущего, рассмотрена для конкретного направления подготовки инженеров, она может быть распространена и на другие направления подготовки с учетом их нормативных требований.

Обсуждение результатов

Привлекательность идей CDIO состоит в их системном подходе к модернизации инженерного образования в соответствии с практико-ориентированной целью: подготовить будущего инженера к осуществлению полного технологического цикла изготовления изделия или процесса [1; 8; 25]. Такая целевая установка определяет необходимость системных изменений во всех компонентах образовательной системы.

Идеи CDIO успешно реализуются в контексте повышения качества образования инженера будущего в более чем 30 странах мира и в ряде ведущих вузов России.

Концепция CDIO согласована с международными стандартами качества и критериями профессионально-общественной аккредитации инженерных программ (IEA Graduate Attributes and Professional Competences) и (EUR-ACE Framework Standards for Accreditation of Engineering Programmes).

Ассоциация инженерного образования России является членом IEA и ENAEE и осуществляет профессионально-общественную аккредитацию образовательных программ в области техники и технологий в российских вузах по критериям, согласованным с международными стандартами качества инженерного образования, в том числе CDIO.

В тоже время развитие инженерного образования в контексте повышения его качества определяется рядом факторов, условий и детерминант. В качестве основных факторов выступают глобализационные процессы и динамизм техники и технологии. Базовым условием современного уровня развития цивилизации является тотальная информатизация. Детерминантом этого процесса выступает требование обеспечения устойчивого развития [24].

Здесь следует отметить, что статус термина «sustainable development» до настоящего времени не получил своего конкретного определения. Он имеет многогранную семантическую наполненность. Среди многочисленных определений этого понятия можно выделить инвариант его содержания. Он состоит в том, что удовлетворение потребностей настоящего поколения не должно лишать такой возможности будущие поколения людей. Другими словами, производство, потребление и воспроизводство должно обеспечивать устойчивость и развитие возможностей человека и общества за счет бережного использования природных ресурсов [23; 24].

Проблемы устойчивого развития определили необходимость нового образования как «решающего фактора перемен» [2; 17; 24], называемое «образование в интересах устойчивого развития».

Сравнение направленности в развитии инженера будущего названных концептуальных подходов, заложенных в стандартах CDIO и идеях устойчивого развития, позволяет отметить, что идеология Всемирной инициативы CDIO затрагивает процессуально-технологический аспект его подготовки в образовании [12]. В то время как образование для устойчивого развития обращено к ценностно-смысловому аспекту профессиональной подготовки, задающему нравственно-моральные ориентиры деятельности инженера. При таком рассмотрении возникает необходимость в интеграции идей Всемирной инициативы CDIO и идей устойчивого развития для целостного развития личности будущего инженера [12; 7]. Это позволит формировать у обучающихся так называемое «трехмерное мышление», осями которого являются экологическое, экономическое и социальное мышление [14; 16; 26].

Проведенный анализ принципов устойчивого развития, представленных в «Стратегии Европейской экономической комиссии ООН для образования в интересах устойчивого развития» [26] показал их смысловую созвучность со стандартами и Syllabus CDIO. Ниже последовательно представлены компоненты этого анализа, начиная с выделения базовых принципов образования устойчивого развития (ОУР).

Устойчивое развитие как стратегия глобального и регионального масштаба, обозначенное впервые в 1987 г. в контексте экологических проблем, в настоящее время распространяется на широкий спектр проблем развития цивилизации эко-

логического, экономического и социального плана. Фактически цель устойчивого развития может быть достигнута рациональным управлением совокупным активом общества, включающим физический, природный и человеческий капитал. Ориентация на устойчивое развитие предполагает использование «таких моделей производства, потребления и воспроизводства, которые сохраняют регенеративные возможности Земли, прав человека и благополучие сообществ» [29].

Отметим, что стратегия образования для устойчивого развития определяет его деятельностный характер, опережающее развитие субъекта образовательной деятельности, формирование у него способности и готовности жить и осуществлять профессиональную деятельность с учетом быстро меняющихся условий, осуществлять социально-экономическое развитие, предвидя риски его реализации, нести ответственность за принимаемые решения.

«Стратегия Европейской экономической комиссии ООН для образования в интересах устойчивого развития» поставила проблему разработки концепции ОУР и определила 15 принципов ОУР [13].

Среди 15 принципов ОУР, представленных в Стратегии, в соответствии с тематикой статьи, рассмотрим следующие принципы:

- применение целостного, комплексного и междисциплинарного подходов;
- развитие системного, критического и творческого мышления у обучающихся всех уровней;
- инициирование развития культуры взаимодействия, взаимоуважения и толерантности;
- использование инновационных технологий и методов активного социально-профессионального обучения;
- многостороннее сотрудничество и партнерство в сфере ОУР.

Раскроем последовательно интеграцию этих принципов с конкретными идеями и стандартами Всемирной инициативы CDIO.

Требования первого стандарта CDIO, предъявляемые к ООП, ориентируют содержание инженерного образования на комплексный характер инженерной деятельности в рамках модели «задумай – спроектируй – реализуй – управляй». Это позволит сформировать у будущих бакалавров способность вести инженерную деятельность на всех этапах жизненного цикла технической и технологической продукции в соответствии с этапами:

- изучение потребностей в продуктах инженерной деятельности и возможностей их удовлетворения, планирование производства продукции – технических объектов, систем и технологических процессов, проектный менеджмент разработки и производства продуктов (Conceive);
- проектирование продуктов инженерной деятельности на дисциплинарной и междисциплинарной основе (Design);
- производство продуктов инженерной деятельности, в том числе аппаратуры и программного обеспечения, их интеграция, проверка, испытание и сертификация продукции (Implement);
- применение продуктов инженерной деятельности, управление их жизненным циклом и утилизация (Operate).

Концепция поддерживается двумя основаниями: CDIO Syllabus, определяющим требования к результатам обучения, и CDIO Standards, задающими требования к образовательным программам в области техники и технологий.

Принятие первого стандарта CDIO одной из целей и результатов образования определяет сформированность у будущих бакалавров проектировочно-внедренческой компетентности, что приводит к необходимости приоритетного использования технологии проектного и исследовательского характера, что согласуется с принципом применения целостного, комплексного и междисциплинарного подходов ОУР. [1; 9]

Практическое формирование проектировочно-внедренческой компетентности будущего инженера в соответствии с требованием стандартов CDIO осуществляется в образовательном процессе направления «Металлургия» в Сибирском федеральном университете при освоении ряда дисциплин, таких как методы проектирования, теория решения изобретательских задач, управления проектами и др.

В рамках реализации образовательного процесса в Сибирском федеральном университете проектная деятельность, пронизывающая весь процесс инженерного образования, выступает системообразующей и междисциплинарной деятельностью, что адекватно отображено в принципе развития системного, критического и творческого мышления ОУР [4; 10].

Принцип многостороннего сотрудничества и партнерства в сфере ОУР отражается через формирование компетентностного специалиста для конкретного при реализации принципа контекстного обучения. Другими словами, содержательным контекстом проектировочной и исследовательской деятельности выступают проблемы и задачи реальной профессиональной деятельности, выбранные работодателем, примеры которых представлены ниже:

- Повышение электропроводности и стойкости анода Содерберга путем оптимизации гранулометрического состава компонентов сырьевого материала.
- Повышение эффективности электролитического производства алюминия-сырца на электролизерах с обожженными анодами (ОА).
- Исследование криолит-глинозёмных расплавов электролитов для получения алюминия. Влияние состава расплава на показатели процесса электролиза.
- Повышение экологической безопасности электролизного производства на электролизерах Содерберга.
- Исследование экологических аспектов и техники безопасности алюминиевого производства.
- Мировое производство, применение и технология аффинажа золота, серебра, палладия, платины, родия, иридия.
- Технологии переработки отработанных автомобильных катализаторов, катализаторов нефтехимии, содержащих драгоценные металлы.

Результаты проектной деятельности представлялись студентами на проектной неделе с периодичностью один раз в семестр при экспертной оценке представителей базовых предприятий. Отметим, что для развития системного, критического и творческого мышления, являющегося принципом ОУР в рамках ФГОС ВО и стандартах Всемирной инициативы CDIO определены требования к развитию названных видов мышления в форме обязательного формирования соответствующих компетенций, распределенных по дисциплинам учебного плана.

Ниже представлен пример интеграции принципа развития системного, критического, творческого мышления ОУР с требованиями к формируемым компетенциям во ФГОС ВО «Металлургия» и в стандартах CDIO, распределенных по дисциплинам учебного плана.

Таблица 1

Содержательно-целевая согласованность принципа ОУР, CDIO и ФГОС ВО

Принцип ОУР	Компетенции		Дисциплины учебного плана
	ФГОС ВО	Стандарты CDIO Syllabus 1.0	
Развитие системного, критического и творческого мышления у обучающихся всех уровней	<ul style="list-style-type: none"> - готовность критически осмысливать накопленный опыт (ОПК-2); - готовность выбирать средства измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации (ОПК-7); - способность к анализу и синтезу (ПК-1); - способность выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы (ПК-2); - способность выбирать и применять соответствующие методы моделирования физических, химических и технологических процессов (ПК-5); - готовность выявлять объекты для улучшения в технике и технологии (ППК-2); - способность осуществлять выбор материалов для изделий различного назначения с учетом эксплуатационных требований и охраны окружающей среды: планировать и обеспечивать производственное подразделение материальными ресурсами (ППК-3); - способность обосновывать выбор оборудования для осуществления технологических процессов, т.е. поддерживать эффективную и безопасную работу оборудования (ППК-7) 	<p>2.1. ИНЖЕНЕРНОЕ МЫШЛЕНИЕ И СПОСОБНОСТЬ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ</p> <p>2.1.1 Обнаружение и формулирование проблемы</p> <p>2.3. СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ</p> <p>2.3.1 Целостное мышление</p> <p>2.4. ЛИЧНОСТНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И УСТАНОВКИ</p> <p>2.4.3 Творческое мышление</p> <p>2.4.4 Критическое мышление</p> <p>2.4.5 Знание о собственных личностных навыках, умениях и установках</p> <p>2.4.6 Любознательность и непрерывное образование</p> <p>2.4.7 Управление временем и ресурсами</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Математика • Статистические методы управления качеством металлопродукции • Общая физика • Химия • Физическая химия • Теплофизика • История металлургии • Инженерная деятельность • Научные основы интеллектуальной деятельности • Информационные ресурсы • Методы инженерного проектирования • ТРИЗ • Профессиональная культура • Стратегическое управление технологиями (общие принципы инжиниринга) • Информатика • Инженерная компьютерная графика • Теоретическая механика и сопротивление материалов • Основы инженерного проектирования и детали машин • материаловедение • Электротехника и электроника • Основы метрологии, стандартизации и сертификации • Учебная практика • Производственная практика • Промышленная экология • Промышленная безопасность • Учебно-производственный модуль • Металлургическая теплотехника • Металлургические технологии производства и обработки металлов • Основы формирования и управления качеством продукции • Моделирование и автоматизация проектирования металлургическими процессами • Автоматизация производственных процессов и КИП • Металлургия цветных металлов • Литейное производство • Обработка металлов давлением • Выпускная квалификационная работа

Интеграция принципа «инициирование развития культуры взаимодействия, взаимопонимания и толерантности» в образовательный процесс по подготовке инженера будущего в соответствии с требованиями Всемирной инициативы CDIO и принципов ОУР осуществляется в Сибирском федеральном университете через формирование soft skills.

Универсальные компетенции, отмеченные во ФГОС ВО как необходимый результат образования, созвучны с soft skills, обладают свойством надпрофессиональности и, конечно, позволяют их использовать во взаимодействии, демонстрируя культурные формы его осуществления, адаптироваться к создавшимся ситуациям, разрешать конфликты, переводя их в продуктивное русло [3; 6; 15].

В рамках реализации компетентного подхода, выступающего детерминантом качества инженерного образования, формирование универсальных компетенций и soft skills является главной целью и результатом образования. В этом процессе преимущество отдается процессуальным педагогическим технологиям, вовлекающим обучающихся в различные виды деятельности учебной и внеучебной, что соответствует принципу «использование инновационных технологий и методов активного социально-профессионального обучения» образования устойчивого развития [11].

Формированию универсальных компетенций в учебном плане направления «Металлургия» способствуют специальные дисциплины «Личностное развитие» и «Командообразование», обладающие метапредметным содержанием и создающие условия реализации самостоятельности, творческой активности в учебно-познавательной, научной, профессиональной и культурной сферах деятельности.

Каждая из перечисленных форм деятельности имеет многовариантное содержание, что позволяет студентам выбрать личностно-значимую для него деятельность и осуществить её успешно с пользой для своего личностного развития и развития soft skills.

Деятельностный подход как основа развития личности в образовании определяет приоритет использования инновационных технологий и методов активного социально-профессионального образования в соответствии с принципом ОУР. Образовательный процесс создает условия для будущих инженеров:

- выдвигать и реализовывать проектные инициативы, эффективно взаимодействовать с коллективом, нести ответственность за результаты работы (CDIO Syllabus 2 – Профессиональные компетенции и личностные качества);
- CDIO Syllabus 3 – Межличностные умения: работа в команде и коммуникации: работа в команде; коммуникации; CDIO Syllabus 4 – Планирование, проектирование, производство и применение продукции (систем) в контексте предприятия, общества и окружающей среды;
- обеспечивать рациональную организацию работы и эксплуатацию оборудования на предприятии (CDIO Syllabus 4);
- обеспечивать ведение технологического процесса в соответствии с требованиями нормативных документов (CDIO Syllabus 4).

Принцип открытости образовательного пространства в подготовке инженеров будущего в соответствии с требованиями и партнерским взаимодействием с базовыми предприятиями реализуется через взаимодействие заинтересованных сторон (стейкхолдеров) в организации образовательного процесса, что предполагает выполнение следующих этапов:

- целеполагание – определение совместно с работодателями компетенций, подлежащих формированию в образовательном процессе;
- проектирование – разработка и согласование учебного плана, ориентированного на формирование компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО, стандартов CDIO и Syllabus;
- управление – принятие решений по реализации инновационного учебного плана на основе мониторинга диагностируемых результатов обучения;

- участие представителей предприятий в качестве преподавателей в образовательном процессе и при прохождении студентами практики на предприятии;
- участие представителей корпораций в текущем контроле результатов обучения в виде оценки уровня сформированности компетенций;
- расширение рабочего пространства для проектирования, дополнительных условий для ознакомления с реальным производством и его проблемами.

Проведенное исследование показало, что интегрирование идей CDIO и ОУР обогащают профессиональную подготовку новым содержанием, что способствует повышению качества инженерного образования.

Заключение

Сравнительно-сопоставительный анализ идей и стандартов Всемирной инициативы CDIO и концепции образования для устойчивого развития позволил сделать вывод не только об их семантическом единстве, но и о возможности обогащения профессиональной подготовки инженера будущего при их совместном использовании в интегративном единстве.

Использование названных подходов в практике подготовки инженеров по направлению «Металлургия» в Сибирском федеральном университете позволяет повысить качество инженерного образования за счет системных изменений в образовательном процессе вуза в соответствии с принципами:

- диагностичность образовательного результата;
- приоритет проектной деятельности;
- практико-профессиональная направленность с учетом перспектив развития отрасли;
- субъектная позиция обучающегося в соответствии с личностно-значимой целью;
- открытость к внешней среде;
- развитие стратегий интеллектуальной деятельности;
- опережающее обучение.

Теоретическое обоснование реализации базовых идей интеграции в образовательный процесс позволило получить Сибирскому федеральному университету статус федеральной инновационной площадки «Модель системных изменений многоуровневого инженерного образования в контексте повышения его качества».

REFERENCES

1. Alarcón E., Bou E., Camps A., Bragós R., Oliveras A., Pegueroles J., et al, et al. Designing CDIO Capstone Projects: A Systems Thinking Approach. *Proceedings of the 9th International CDIO Conference, Massachusetts Institute of Technology and Harvard University School of Engineering and Applied Sciences*. 2013. Available at: http://www.cdio.org/files/document/file/m4a1_alarcon_145.pdf (accessed 1.10.2019). (In Eng.)
2. Bobilev S. N., Solovjeva S. V. Sustainable Development Goals for the Future of Russia. *Problemy prognozirovaniya = Forecasting Problems*. 2017; (3): 26-33. (In Russ., abstract in Eng.).
3. Baidenko V. I., Oscarsson B. Basic skills (key competencies) as an integrating factor in the educational process. *Professionalnoe obrazovanie i formirovanie lichnosti spetsialista = Professional education and personality formation of a specialist*. 2002; (5):22-46. (In Russ., abstract in Eng.).
4. Gafurova N. V., Osipova S. I. Metallurgical education in CDIO ideology. *Vysshee obrazovanie v Rossii = Higher Education in Russia*. 2013; (12):137-139. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Hundley S. The Attributes of a Global Engineer Project. *American Society for Engineering Education*. 2013. Available at: <http://www.gedcouncil.org/publications/attributes-global-engineer-project> (accessed 15.09.2018). (In Eng.)

6. Khutorskoy A. V. Key competences and educational standards. *Internet zhurnal "Eydos" = Internet journal "Eidos"*. 2002. Available at: <http://eidors.ru/journal/2002/0423>. (accessed 16.10.2019). (In Russ.)
7. López A., Cajiao M. How do Engineering Students Design Projects with Social Impact? *Proceedings of the 15th International CDIO Conference, Aarhus University*. 2019. (In Eng.) DOI: 10.7146/aul.347
8. Lucas B., Hanson J. Thinking like an Engineer: Using Engineering Habits of Mind and Signature Pedagogies to Redesign Engineering Education. *International Journal of Engineering Pedagogy (IJEP)*. 2016; 6 (2): 4-13. (In Eng.)
9. Mazini S. R., Leite S., Vieira de Moraes P. A., Baptistalle M. M. T., Ferreira do Nascimento R. The Integration of CDIO Standards in the Application of Project-Based Learning as a Hands-On Methodology: An Interdisciplinary Case-Study in production engineering. *Proceedings of the 14th International CDIO Conference*. 2018. Available at: <http://kitir.kanazawa-it.ac.jp/infolib/cont/01/G0000002repository/000/000/000000183.pdf>. (accessed 10.10.2019). (In Eng.)
10. Osipova S. I., Erckina E. B. Formation of design competence of future engineers in the educational process. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya = Modern problems of science and education*. 2007; 6 (3): 30-35. (In Russ., abstract in Eng.)
11. Osipova S., Shubkina O. Teaching Engineering Students: from Principles to Practices. *Proceedings of the 15th International CDIO Conference, Aarhus University*. 2019. (In Eng.) DOI: 10.7146/aul.347.
12. Rosén A., Edström K., Grøm A., Gumaelius L., Hussmann P., Högfeldt A-K., et al, et al. Mapping the CDIO Syllabus to the UNESCO Key Competencies for Sustainability. *Proceedings of the 15th International CDIO Conference, Aarhus University*. 2019. (In Eng.) DOI: 10.7146/aul.347
13. Ursul A. D., Ursul T. A. 21st Century Evolutionary Paradigms and Models of Education. *Sovremennoe obrazovanie = Modern Education*. 2012; (1):1-67. DOI: 10.7256/2306-4188.2012.1.59. (In Russ., abstract in Eng.)
14. Uruburu A., Moreno-Romero A., Carrasco-Gallego R., Borge R. Integrating Sustainability in Academic CDIO Subjects: A Review after three years of experience. *Proceedings of the 14th International CDIO Conference*. 2018. Available at: <http://kitir.kanazawa-it.ac.jp/infolib/cont/01/G0000002repository/000/000/000000183.pdf>. (accessed 10.10.2019). (In Eng.)
15. Zimnyaya I. A. Key competencies – a new paradigm of education outcome. *Vysshee obrazovanie segodnya = Higher Education today*. 2003; (5):7. (In Russ., abstract in Eng.)
16. Wals A., Eernstman N. Learning from each other: Achievements, challenges and the way forward. Report on progress in implementation of the UNECE Strategy for Education for Sustainable Development. 2007. Available at: http://www.ECE.org/fileadmin/DAM/env/esd/01_Typo3site/ProgressPhasealece.belgrade.conf.2007.inf.3.e.pdf (accessed 25.08.2019). (In Eng.).
17. Dulzon A. A. The paradox of sustainable development. Moscow, Triumph Publ., 2018. 264 p.
18. Osipova S. I., Gafurova N. V., Arnautov A. D., Bugaeva T. P., Lyah V. I., Shubkina O. Yu. Model of systemic changes in multilevel engineering education in the context of quality improvement, Krasnoyarsk: Siberian Federal University; 2019. 160 p.
19. Crawley E. F., Malmqvist J., Östlund S., Brodeur, D. R., Edstrom K. Rethinking Engineering Education: The CDIO Approach. 2nd ed. New York: Springer; 2014. 311 p.
20. Christensen C. M., Eyring H. J. The Innovative University: Changing the DNA of Higher Education from the Inside Out. San Francisco: Jossey-Bass; 2011. 512 p.
21. Goldberg D. E., Sommerville M. A. Whole New Engineer: The Coming Revolution in Engineering Education. New York: ThreeJoy Associates, Inc.; 2014. 288 p.
22. Susskind R., Susskind D. The Future of the Professions: How Technology Will Transform the Work of Human Experts. London: Oxford University Press; 2016. 256 p.
23. Blewitt J. Understanding Sustainable Development. 3d ed. London: Routledge; 2017. 426 p.
24. Sachs J. D. The Age of Sustainable Development. New York, NY: Columbia University Press; 2015. 543 p.
25. Zolotareva N. M., Umarov A. Yu. (editors) International Workshop on Innovation and Engineering Education Reform "Worldwide CDIO Initiative". *Materials for the participants of the seminar*. Moscow, Publishing House MISiS; 2011. 60 p. Available at: <http://mospolytech.ru/storage/6f4922f45568161a8cdf4ad2299f6d23/files/cdio.doc> (accessed 15.09.2019). (In Russ.)
26. UNECE. Strategy for Education for Sustainable Development, adopted at the High-level meeting. *High-level meeting of Environment and Education Ministries*. 2005. Available at: <http://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/ /2005/cep/ac.13/cep.ac.13.2005.3.rev.1.e.pdf> (accessed 10.09.2018). (In Eng.)
27. National Academy of Engineering. 2004. The Engineer of 2020: Visions of Engineering in the New Century. Washington, DC: The National Academies Press. (In Eng.) DOI:10.17226/10999.
28. Worldwide CDIO Initiative Standards. CDIO Knowledge Library. Worldwide CDIO Initiative. Available at: <http://www.cdio.org>. (accessed 20.09.2018). (In Eng.)
29. International Declaration of the Earth Charter, 2000 approved on March 14, 2000 by International Commission on the Declaration of the Earth (Paris, UNESCO). Available at: <http://www.greenplaneta.ru/files.doc>. (accessed 20.09.2018). (In Russ.)
30. Decree No. 642. Decree of the President of the Russian Federation No. 642 "On the strategy of scientific and technical development of the Russian Federation. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_207967/ (accessed 05.09.2018). (In Russ.)

Информация об авторах

Гафурова Наталия Владимировна

(Россия, г. Красноярск)

Профессор, доктор педагогических наук

Сибирский федеральный университет

E-mail: gafurnv@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0002-0987-7381

Осипова Светлана Ивановна

(Россия, г. Красноярск)

Профессор, доктор педагогических наук

Сибирский федеральный университет

E-mail: osisi@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0002-4728-2282

Шубкина Ольга Юрьевна

(Россия, г. Красноярск)

Кандидат педагогических наук, доцент

Сибирский федеральный университет

E-mail: shubkinaoy@mail.ru

ORCID ID: 0000-0003-0292-4760

Information about the authors

Natalia V. Gafurova

(Russia, Krasnoyarsk)

Professor, Doctor of Education

Siberian Federal University

E-mail: gafurnv@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0002-0987-7381

Svetlana I. Osipova

(Russia, Krasnoyarsk)

Professor, Doctor of Education

Siberian Federal University

E-mail: osisi@yandex.ru

ORCID ID: 0000-0002-4728-2282

Olga Yu. Shubkina

(Russia, Krasnoyarsk)

PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor

Siberian Federal University

E-mail: shubkinaoy@mail.ru

ORCID ID: 0000-0003-0292-4760